

BEST AVAILABLE COPY

PUB-NO: JP410249571A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10249571 A

TITLE: LASER BEAM MACHINING METHOD, ITS DEVICE AND MANUFACTURE OF INK-JET HEAD

PUBN-DATE: September 22, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

OIKAWA, HIROSHI

SATO, MITSURU

IWANAMI, NUKIO

KATAOKA, MASAKI

KOIZUMI, YUKIHISA

SUGA, MOTOYASU

COUNTRY

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

FUJI XEROX CO LTD

COUNTRY

APPL-NO: JP09052778

APPL-DATE: March 7, 1997

INT-CL (IPC): B23K 26/08; B23K 26/06; B41J 2/16

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laser beam machining method and its device capable of easily machining in a desired shape even if the shape changes continuously in width, depth, gradient, etc.

SOLUTION: Controlling a device 12 for driving a machining table, a controller 15 emits an excimer laser beam produced in a laser generator 1 onto a machining object 10 through a mask 7, lens 8, etc., while moving the object 10 on the machining table 11. In this case, the moving speed is changed for the object 10 depending on the machining depth. A slope or a curved surface can be created by continuously changing the moving speed. The machining object 10 can be an ink-jet head, in which a highly efficient ink passage can be machined in a highly dense arrangement.

COPYRIGHT: (C)1998, JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-249571

(43)公開日 平成10年(1998) 9月22日

(51)IntCl⁶

識別記号

F I

B 2 3 K 26/08

B 2 3 K 26/08

D

26/06

26/06

J

B 4 1 J 2/16

B 4 1 J 3/04

1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平9-52778

(22)出願日 平成9年(1997) 3月7日

(71)出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72)発明者 及川 博

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ

ックス株式会社内

(72)発明者 佐藤 満

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ

ックス株式会社内

(72)発明者 岩浪 貢夫

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ

ックス株式会社内

(74)代理人 弁理士 石井 康夫 (外1名)

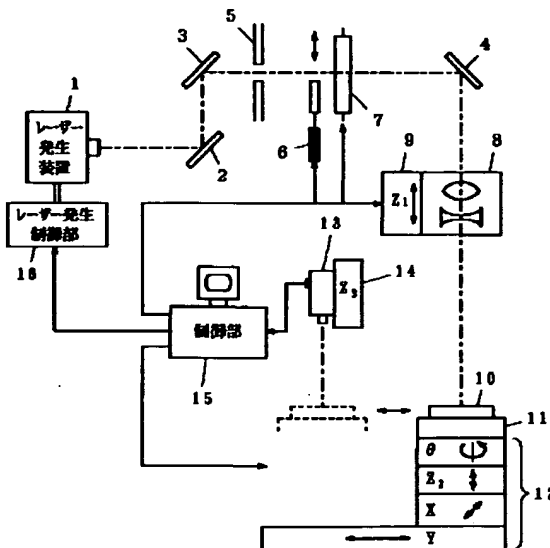
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 レーザー加工方法、レーザー加工装置、およびインクジェットヘッドの製造方法

(57)【要約】

【課題】 加工幅、加工深さ、勾配等を連続的に変化する形状であっても、所望する形状の加工を簡単に行なうことができるレーザー加工方法及びレーザー加工装置を提供する。

【解決手段】 制御部15は、加工テーブル駆動装置12を制御し、加工テーブル11上の加工対象物10を移動させながら、レーザー発生装置1で発生したエキシマレーザー光をマスク27、レンズ28などを介して加工対象物10上に照射する。このとき、加工深さに応じて加工対象物10の移動速度を変化させる。連続的に移動速度を変化させることによって、斜面や曲面を現出させることができる。加工対象物10としてインクジェットヘッドとすることができ、高密度に配置された高効率のインクの流路を簡単に加工することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 加工対象物にレーザー光を照射して所定の形状を現出させるレーザー加工方法において、前記レーザー光及びマスクと前記加工対象物とを相対的に連続して移動させながら前記レーザー光を前記加工対象物に照射するとともに、前記形状に従って少なくとも相対的な前記移動の速度を変化させるように制御することを特徴とするレーザー加工方法。

【請求項2】 さらに、前記加工対象物を前記レーザー光の入射軸方向に相対的に移動させ、同一の前記マスクを用いて連続的に加工幅を変化させることを可能としたことを特徴とする請求項1に記載のレーザー加工方法。

【請求項3】 さらに、前記マスクの開口の大きさを制御し、前記加工対象物上の前記レーザー光の照射面積を変化させることを特徴とする請求項1または2に記載のレーザー加工方法。

【請求項4】 加工対象物にレーザー光を照射して所定の形状を現出させるレーザー加工装置において、レーザー光を発生するレーザー発生手段と、該レーザー発生手段で発生したレーザー光を前記加工対象物上に導くとともに該加工対象物上に前記レーザー光を収束させる光学系と、該光学系の間に設けられレーザー光の照射形状を決定するマスクと、前記光学系によって前記加工対象物上に導かれたレーザー光と前記加工対象物とを相対的にかつ加工中は連続的に移動させる移動手段と、前記形状に従って前記レーザー発生手段が発生するレーザー光のエネルギーおよび前記移動手段による相対移動の速度を制御する制御手段を有することを特徴とするレーザー加工装置。

【請求項5】 前記マスクの開口は最小加工形状に応じた大きさに形成されており、前記移動手段は、前記加工対象物を前記レーザー光の入射軸方向に相対的に移動可能であり、前記制御手段は、前記形状における加工幅に従って前記移動手段に前記レーザー光の入射軸方向の相対的な移動を行なわせることを特徴とする請求項4に記載のレーザー加工装置。

【請求項6】 前記マスクは、穿設されている開口面積を制御可能に構成されており、前記制御手段は、前記形状に従って前記マスクの開口面積を変化させることを特徴とする請求項4または5に記載のレーザー加工装置。

【請求項7】 流路溝が形成された流路形成部材を有するインクジェットヘッドの製造方法において、前記流路溝は、レーザー光及びマスクと前記流路形成部材とを相対的に連続して移動させながら前記レーザー光を前記流路形成部材に照射するとともに、前記流路溝の形状に従って前記流路形成部材の移動速度及び前記レーザー光のエネルギーを制御し、前記流路溝を現出させることを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法。

【請求項8】 流路溝が形成された流路形成部材を有するインクジェットヘッドの製造方法において、前記流路

形成部材を成形するための型とレーザー光及びマスクとを相対的に連続して移動させながら前記レーザー光を前記型に照射するとともに、前記流路溝の形状に従って前記型の移動速度及び前記レーザー光のエネルギーを制御し、前記流路溝の形状あるいは反転形状を前記型に現出させ、前記型を用い反転型を介しあるいは直接、前記流路形成部材を成形することを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、加工対象物にレーザー光を照射して所定の形状を現出させるレーザー加工方法およびレーザー加工装置に関するものであり、特に加工対象物として、インク液滴を飛翔させ被記録媒体に記録を行なうためのインクジェットヘッドを構成する流路形成部材あるいはその型としたインクジェットヘッドの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】レーザー光を加工対象物に照射し、所定の形状を現出させるレーザー加工技術は、平面的には非常に高精度の加工が可能であり、微細な平面形状の加工には適している。しかし、その深さ方向の形状についてはレーザー光の制御が難しく、主に、深さ方向の制御の必要のない孔明加工や、深さが一定の溝加工などにレーザー加工が利用されている。

【0003】一方、高精度の加工が必要な一つの例として、インク液滴を飛翔させ被記録媒体に記録を行なうインクジェットヘッドがある。インクジェットヘッドでは、近年の高密度化に対応して、25.4mmあたり600以上のインクの流路を形成するに至っている。このような高密度化とともに、エネルギー効率を向上させるため、インクの流路構造は次第に複雑化している。そのため、加工回数の増加等、多大な労力を必要とするようになってきている。近年では、インクの流路を形成する流路形成部材を、型を用いて樹脂成形によって形成することも行なわれており、少ない工程によって安価にインクジェットヘッドを製造できるようになってきている。しかし、微細構造になればなるほど、型抜き時にインクの流路を隔てている隔壁が壊れるなど、歩留まりが低下する。特に、近年では長尺化の傾向にあり、型抜き時に隔壁が壊れる可能性が非常に高い。その結果、後工程で検査の必要性が発生する。しかし、これには非常に多大な労力が必要とされるという問題がある。

【0004】このようなインクジェットヘッドの製造工程にレーザー加工を導入しようとする動きもある。例えば、特開平4-9291号公報、特開平4-339585号公報、特公平6-24874号公報では、ノズル孔をレーザー加工によって穿設している。また米国特許第5,291,226号明細書には、樹脂テープにエキシマレーザー光を照射することにより、ノズル、インク流

路、蒸気室を加工すると記載されているが、基本的にはノズル孔の穿設と同様の加工を行なっている。ノズル孔の穿設では、位置的な精度は要求されるものの、エネルギー量の制御は必要なく、加工時には加工対象物の移動は要求されない。上述の特公平6-24874号公報に記載されている技術では、加工対象物を軸回りに揺動させることが記載されているものの、レーザー光を入射する方向を微小に変化させるのみであり、基本的に加工深さの制御を行なうものではない。

【0005】また、インクジェットヘッドの流路をレーザー加工によって作製する方法も考えられている。例えば、特開平2-121845号公報には、全ての流路に応じた開口を有するマスクを用い、紫外線ビーム（エキシマレーザー）で一度に流路を形成することが記載されている。この技術によれば高速に加工を行なうことができる反面、全ての流路は均一な深さの溝としてしか加工できない。また、特開平1-294047号公報や特開平8-118660号公報では、マスクおよびレーザー光と加工対象物とを相対的に移動させながら加工することが開示されている。

【0006】近年のインクジェットヘッドでは、高密度化および高効率化を図るため、インクの流路構造は複雑化してきており、流路の深さ方向に変化する形状が要求されるようになってきている。しかし、上述の文献に記載されている技術は所定の深さの溝を均一に形成するためのものであり、溝の深さを変化させることは考えられていない。従来のレーザー加工技術では、平面方向はマスクによって制御できるが、深さ方向はレーザーエネルギーに対応するために、異なる深さを加工するには別工程を必要としていた。また、その際にマスクの交換も必要であり、工程数の増加や工程間の位置合わせ精度が問題となっている。

【0007】さらに、上述の特開平1-294047号公報に記載されている技術では、レンズ系の合焦位置を変化させて溝幅を変えているが、レンズ系を変えると光軸が変化し、精密な形状を作り出すのに苦労するという問題もある。また、特開平8-118660号公報に記載されているようにメカマスクなどで覆う手段を用いる場合、加工溝が微小になるとメカマスク自体の製作が困難となってくるという問題もある。

【0008】加工溝の深さを変更する技術として、例えば特開平7-304179号公報では、テーパを有する溝を複数回に分けて加工することが開示されている。この文献に記載されている技術は、基本的に段階的な加工深さの変更を行なうものであって、滑らかな面を現出させるものではない。また、段階的な加工深さの変更を行ないながら加工するためには、加工対象物を微小に移動させて停止し、レーザー光を照射し、再び加工対象物を微小に移動させるという工程を繰り返すことになり、加工に時間がかかる。さらに、この文献では溝の幅方向の

断面が階段状となるように加工するものであり、溝の延在方向に深さを変えるものではない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、加工深さの異なる部分の存在するような複雑な形状であっても加工可能であり、滑らかな斜面や曲面を加工することのできるレーザー加工方法及びレーザー加工装置を提供することを目的とするものである。また、加工対象物としてインクジェットヘッドあるいはその型とし、深さの異なるような複雑なインクの流路の加工をレーザー加工方法、レーザー加工装置により行なうことにより、高密度、高効率のインクジェットヘッドを得ることのできるインクジェットヘッドの製造方法を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、加工対象物にレーザー光を照射して加工する際に、レーザー光及びマスクと加工対象物とを相対的に連続して移動させながらレーザー光を加工対象物に照射して加工する。このとき、加工する形状に従って少なくとも相対的な移動の速度を変化させるように制御することによって、加工深さを制御することができるようにしたことを特徴とするものである。これを例えばインクジェットヘッドの製造に用い、レーザー加工によって深さの異なるような形状のインクの流路を形成したことを特徴とするものである。

【0011】

【発明の実施の形態】図1は、本発明のレーザー加工方法およびレーザー加工装置の実施の一形態を示す概略構成図である。図中、1はレーザー発生装置、2ないし4はミラー、5は絞り、6はシャッター、7はマスク、8はレンズ、9は焦点用駆動装置、10は加工対象物、11は加工テーブル、12は加工テーブル駆動装置、13は計測カメラ、14は焦点用駆動装置、15は制御部、16はレーザー発生制御部である。

【0012】レーザー発生装置1は、レーザー発生制御部16による制御に従って例えばエキシマレーザー光を発生する。ミラー2～4は、レーザー発生装置1で発生したエキシマレーザー光を加工対象物10上へ導く。この例では3つのミラー2～4によってエキシマレーザー光を加工対象物10上に導いているが、ミラーは装置構成によって3枚に限らず適宜用いればよく、ミラーを用いずに構成してもよい。

【0013】エキシマレーザー光の光路上にはミラー2～4のほか、絞り5、シャッター6、マスク7、レンズ8などが配置されている。絞り5、シャッター6は不要であれば設けなくてもよい。マスク7は、加工形状、特に最小の加工形状に合わせた開口を有している。また後述するように、マスク7の開口の大きさを変更可能に構成することもできる。レンズ8はレーザー光を集光し、加工対象物10の加工面にマスク7の開口の形状が

結像されるように焦点を合わせる。焦点用駆動装置9は、レンズ8を駆動し、その焦点位置を調節する。

【0014】加工テーブル11上には、加工対象物10が載置され、固定される。この加工テーブル11は、加工テーブル駆動装置12によって図中の左右方向(Y方向)、上下方向(Z方向)と、Y方向、Z方向に直交するX方向、さらにZ方向を中心軸とする回転(θ)方向に移動可能である。もちろん、X方向、Y方向に回転可能であってもよい。

【0015】計測カメラ13は、加工テーブル11上の加工対象物10を撮像する。また、焦点用駆動装置14は計測カメラ13のピントを調整する。制御部15は、計測カメラ13で撮像した加工対象物10の画像から加工対象物10のX、Y方向の位置を計測するとともに、焦点用駆動装置14による焦点位置から加工対象物10の表面のZ方向の位置を計測し、加工位置を特定する。また、予め設定される加工形状に従って加工テーブル駆動装置12を駆動し、加工対象物10をX、Y方向に移動させる。この時の移動速度は、加工深さに応じて制御する。この制御については後述する。また、加工幅に応じて加工対象物10をZ方向に移動させて、レーザー光の照射面積を変化させる。加工対象物10を移動させながら、レーザー発生制御部16に対してレーザー光の発生を指示する。このとき、加工形状に従ってレーザー発生装置1で発生するレーザー光の出力エネルギーやパルス周波数等をパラメータとして設定し、制御することもできる。レーザー発生制御部16は、制御部15から設定されるパラメータおよびレーザー光の発生指示に従ってレーザー発生装置1に対してレーザー光を発生させる。さらに制御部15は、加工時には焦点用駆動装置9を駆動してレンズ8の焦点を調節したり、最適なマスク7の選択やマスク7の開口の大きさの制御を行ったり、シャッター6の開閉制御等も行なう。

【0016】図1に示した例では、加工位置と計測位置を別の位置として示しているが、例えばハーフミラーをレーザー光の光路中に配置し、加工対象物10の上方から撮像可能に構成することもできる。この場合、加工中にも計測可能となるので、加工速度を向上させるとともに、リアルタイムでフィードバック制御を行なうことができる。

【0017】図1に示した例では、加工対象物10を移動させながらレーザー光を照射し、加工する例を示しているが、加工対象物10とレーザー光とが相対的に移動すればよく、例えば双方が移動したり、レーザー光のみが移動する構成であってもよい。レーザー光を移動させる場合には、シャッター26、マスク27、レンズ28、必要であればミラー24などを一体にして移動させればよい。以下の説明では、図1に示した構成に基づいて説明を行なうが、加工対象物10とレーザー光の双方が移動したり、レーザー光が移動する構成であっても同

様である。

【0018】次に動作の一例について説明する。レーザー発生装置1から出射されたエキシマレーザー光は、ミラー2、3で反射され、絞り5、シャッター6を通過し、マスク7で設定された照射領域のレーザー光のみをミラー4で反射し、レンズ8で集光される。このとき、レンズ8は焦点用駆動装置9で駆動され、レーザー光が集光されて加工テーブル11上の加工対象物10の加工面にマスク7の開口形状が結像されるように焦点が合わせられる。

【0019】加工テーブル11上には、加工対象物10の加工面がレンズ8側に向くように加工対象物10が載置され、固定されている。計測カメラ13の位置において、加工対象物10の画像が入力される。このとき、計測カメラ13のピントは焦点用駆動装置14によって調整される。計測カメラ13で取得した画像および焦点用駆動装置14で調整した焦点位置の情報等が制御部15に入力される。制御部15では、これらの情報から、加工テーブル11上の加工対象物10の位置および加工面の高さなどを計測し、加工位置やレンズ8の焦点位置などを制御する。

【0020】加工テーブル駆動装置12をY方向に駆動して加工対象物10を加工位置に移動し、X、Y方向の移動により加工位置を合わせる。制御部15は、最適なマスク7の選択やマスク7の開口の大きさの制御を行ない、レーザー発生制御部16に対してレーザー光の発生を指示する。レーザー発生制御部16は、レーザー発生装置1を駆動し、エキシマレーザー光を発生する。

【0021】制御部15には、予め加工深さを含む加工形状が設定されている。制御部15は、設定されている加工形状に従って、加工テーブル駆動装置12に対して加工対象物10の移動を指示する。このとき、加工深さに応じた移動速度を指示する。また、加工幅は加工テーブル駆動装置12に対してZ方向の移動を指示することによって制御する。加工テーブル駆動装置12によって加工対象物10が移動している状態でシャッター6を開き、レーザー光を加工対象物10に照射し、マスク7およびZ方向の位置に応じた形状の加工が行なわれる。このとき、加工対象物10は移動しているので、連続的に加工が行なわれるとともに、移動速度に応じてレーザー光の照射時間が異なるため、加工深さを制御することができる。もちろん、移動速度の制御とともに、レーザー発生装置1における発振周波数などを制御してエネルギー量の制御を行なってもよい。

【0022】次に具体例を用いて上述の加工動作をさらに説明する。図2は、加工対象物の移動速度と加工深さの関係を説明するための具体的な加工例を示す斜視図である。図2では、加工対象物10の移動速度を異ならせて、4種類の移動速度で溝を形成したものである。図2において、左から順に移動速度を速くしている。なお、

ここではZ方向の移動は行わずに加工しており、全ての溝幅は一定である。図2からわかるように、移動速度が遅い場合には深い溝が形成されており、移動速度が速いと溝は浅く形成されることがわかる。すなわち、加工すべき深さに応じて移動速度を設定すればよいことがわかる。

【0023】このように、加工対象物の移動速度によって加工深さを制御することができるが、移動速度を変更すれば、加工深さは移動速度に応じて変化することになる。図3は、加工対象物の移動速度を変化させた場合の加工例を示す斜視図及び断面図である。図3では、加工対象物の移動加速度を一定として移動速度が次第に速くなるように制御し、図3(A)の手前から奥へ、図3(B)の左から右へ移動しながら加工した場合を示している。移動速度が速くなるにつれて加工深さは次第に浅くなり、図3に示すような底面が傾斜した溝が形成される。このとき、連続的に移動速度を変化させることによって滑らかな斜面が得られる。

【0024】図4は、加工対象物の初速度及び加速度と斜面の傾斜角度の関係の一例を示すグラフである。図3に示すような加工された溝の底面の傾斜角度は、レーザー光の条件を同じとした場合、加工対象物の初速度と加速度に関係している。図4では、加工対象物の初速度が10mm/秒、15mm/秒、20mm/秒の場合に、終速度を変化させ、そのときの変化量である加速度と傾斜角度の関係を示している。加工対象物10は、一例としてポリサルフォンを用い、またレーザー光としてエキシマレーザーを用いて、レーザー出力300mJ/パルス、周波数100Hz、エネルギー密度2.7J/cm²とした。

【0025】図4からわかるように、初速度が遅いと同じ加速度で移動速度を増加しても傾斜角度は大きくなり、初速度が速いと傾斜角度は小さくなる。また、同じ初速度でも、加速度が大きいと加工深さの変化が大きくなり、傾斜は急になる。また、図4から加速度を変化させると傾斜角度が変化することがわかる。傾斜角度の変化は、すなわち曲面が形成されることを示す。このように、加工対象物の移動速度およびその変化量を制御することによって加工深さを制御し、斜面や曲面などを有するような加工形状であっても、レーザー加工によって形成することができる。このとき、移動速度を連続的に変化させることによって、滑らかな斜面や曲面を得ることができる。

【0026】図5は、加工対象物のZ方向の位置を変化させた場合の加工例を示す斜視図である。この例では、加工対象物の移動速度は一定とし、途中で加工対象物をZ方向に変化させた場合を示している。加工対象物をZ方向へ変化させると、レーザー光はデフォーカス状態となり、レーザー光の照射面積は広がる。デフォーカス状態となっても、ある範囲内では所定の精度の範囲内で加

工を行なうことができる。デフォーカスによってレーザー光の照射面積が広がると、その分だけ加工幅が広がる。そのため、加工対象物をZ方向に変化させることによって、加工幅の制御が可能である。図5に示した例では、途中で加工対象物をZ方向に移動させ、溝幅を広くし、その後、Z方向に元の位置に戻して加工を続けている。これにより、途中に幅の広い部分が存在する溝を形成することができる。このとき、加工対象物の移動速度を一定にしているので、溝の深さは変化しない。

10 【0027】このような加工幅を変化させる加工を行なう場合、マスク7は加工形状の最小の加工幅に応じた幅の開口を有するものを用いるとよい。開口の幅がこれより大きいと最小の加工幅が形成できない。また、これより小さい場合には加工可能ではあるものの、全ての部分についてデフォーカス状態で加工することになり、一部で加工精度が低下する可能性がある。

【0028】図6は、マスク7の一例を示す断面図、図7はマスク7の開閉時の一態様を示す概念図である。図中、21は固定マスク、22は固定マスク開口部、23は可動マスク、24は可動マスク開口部、25は上下機構部、26はモータである。図6に示す例では、固定マスク開口部22が設けられた固定マスク21と、可動マスク開口部24が設けられた可動マスク23の2枚のマスクが設けられている。可動マスク23は上下機構部25に取り付けられており、モータ26によって移動可能に構成されている。固定マスク21および可動マスク23は、例えば金属や誘電体などで形成することができる。

30 【0029】レーザー光は固定マスク開口部22及び可動マスク開口部24の重なった部分(開口部分)を通過して加工対象物10に至る。図7(A)に示すように全開時には、小さい方の開口(ここでは固定マスク開口部22)が、レーザー光が通過する開口部分となり、その開口形状に応じた加工がなされる。モータ26を駆動し、上下機構部25によって可動マスク23を移動させることによって、例えば図7(B)に示すようにレーザー光が通過する開口部分を狭くすることができる。

40 【0030】このように開口部分を制御することによって、例えば図7中の上下方向を加工幅とすれば、可動マスク23の位置を調節することによって、加工可能な最小加工幅を変更することができる。もちろん、動的に可動マスク23を駆動制御することによって、加工対象物10のZ方向の移動とともに、あるいはZ方向の移動を行わずに、加工幅の制御が可能である。

50 【0031】また、図7中の左右方向を加工幅とすれば、加工対象物10の移動速度を一定とした場合、加工領域へのレーザー光の照射時間ある程度変更することができる。例えば、図7(B)に示すように開口部分を小さくした場合、加工対象物10の加工面をレーザー光の照射領域が通過する所要時間が短くなり、加工深さは

浅くなる。逆に、図7(A)に示すように全開にした場合には、深く加工を行なうことができる。

【0032】図6、図7に示した例では、可動マスク23は一方のみに開口部分を拡大あるいは縮小するものであったが、これに限らず、両側から狭めたり、あるいは図7における可動マスク23の移動方向と直交する方向に移動する別の可動マスクを設け、2次元的に開口部分を調節するように構成してもよい。また、この例では固定マスク開口22および可動マスク開口24とも矩形形状として示したが、開口の形状は任意である。両者の形状が相似形である必要もなく、例えば可動マスク23を移動させると別の形状のマスクとなるように構成してもよい。さらに、可動マスク23に複数の形状の可動マスク開口24を設けておき、可動マスク23を移動させて開口形状を変更してもよい。

【0033】このように、図1に示したような本発明の構成によって、上述の種々のパラメータを複合的に制御することにより、種々の複雑な加工形状に対応したレーザー加工を行なうことができる。

【0034】以下、加工対象物10としてインクジェットヘッドの場合について、いくつかの具体例を示す。図8は、インクジェットヘッドの流路構造の一例を示す部分断面斜視図、図9は、図8に示す流路構造を加工する際の加工対象物の移動速度の変化を示すグラフ、図10は、同じく時間と加工位置を示すグラフ、図11は、同じく加工位置と加工深さを示すグラフである。図8において、31はノズル孔位置、32は気泡成長室、33は絞り部である。インクジェットヘッドでは、近年の高密度化に対応するため、インクの流路となる溝の幅及び間隔を狭めている。例えば発熱素子の発熱によってインク中に気泡を発生させ、その気泡の成長時の圧力によってインクを飛翔させるサーマル型のインクジェットヘッドでは、インクを効率よく飛翔させるため、気泡成長時の圧力をノズル孔へ向かわせるように、インクの流路を一部絞り、後方への圧力伝搬を低減する構成が取られている。このとき、流路の幅方向に絞るには間隔が必要となるため、流路の深さを浅くすることで対応している。図8に示す流路構造では、インクは図中の左側から流れ込む。絞り部33が突出して流路を絞り、その右側が気泡成長室32になる。絞り部33は、気泡成長室32に成長する気泡の圧力がインクの流れの上流側へ伝搬するのを抑止している。ノズル孔が、この流路の加工後にノズル孔位置31に穿設され、気泡成長室32に成長する気泡の圧力によってインクがノズル孔から噴射し、記録を行なう。

【0035】このような構造の流路を形成するために、例えば図9に示すような速度で流路を形成するインクジェットヘッドの流路形成部材を移動させる。このような速度で流路形成部材を移動させることによって、レーザー光が照射される加工位置は、図10に示すように移動

する。これによって、図11に示すような加工深さが変化する形状の加工を行なうことができる。なお、図中のaないしeは、図9ないし図11に共通した加工タイミングを示している。

【0036】まず区間aでは、図9において低速で流路形成部材を移動させている。すなわち、図10に示すように区間aでは加工位置はほとんど動かず、図11に示すように加工深さが深くなる。なお、この区間aでは移動速度は変わっていないので、図11に示すように底部は平らになる。

【0037】区間bでは図9に示すように移動速度を一時的に速くしている。これによって図10に示すように加工位置が移動し、図11に示すように加工深さの浅い部分が形成される。その後、区間cにおいて、図9に示すように区間aよりも速く、区間bよりも遅い、一定の速度で流路形成部材を移動させるので図11に示すように区間aよりも浅い平らな部分が形成される。

【0038】区間dでは、図9に示すように速度を次第に減速しており、図11に示すように斜面が形成される。区間eでは再び一定の速度で流路形成部材を移動させるが、この時の速度は区間aと区間cの間の速度であるので、図11に示すように、加工深さも区間aと区間cの間の深さとして形成される。

【0039】このようにして形成された流路構造は、区間aの部分が図8におけるノズル孔位置31を含む気泡成長室32に対応し、区間bの部分が絞り部33に対応する。このようにして、全体として図8に示す流路構造を加工することができる。

【0040】図12は、インクジェットヘッドの流路構造の別の例を示す部分斜視図および部分平面図である。高密度化に対応するため、インク吐出位置を極力狭める必要があるが、図8に示す構成のように、流路と吐出位置の幅が同一であると気泡成長室32が大きく取れないなど限度がある。図12に示した流路構造では、ノズル孔の位置を交互にずらし、気泡成長室32を大きくした例を示している。このような構造によれば、流路部分は気泡成長室32よりも浅く、幅が狭いので、図8に示した構造における絞り部33を有する構成と同様に、圧力の逃げを防止し、効率のよいインクジェットヘッドとなる。

【0041】このような形状の流路を形成するためには、気泡成長室32の部分を流路部分よりも深く、広く形成する必要がある。深さ方向の加工は、上述のように移動速度を遅くすることによって加工深さを深くすることができる。また、幅方向はZ方向に加工テーブルを移動し、デフォーカス状態で加工すればよい。すなわち、気泡成長室32となる部分の加工時には、移動速度を遅くするとともに、Z方向に加工テーブルを移動して加工する。また、流路部分の加工時には、移動速度を比較的速くし、Z方向は所定位置として加工すればよい。

【0042】図12に示した構造では、流路部分の長さが違う2つの構造が存在するが、それぞれの構造に適した流路を形成することができる。例えば流路部分の長いと流体抵抗が大きくなるので、流路部分の短いものよりも流路の深さを深く、あるいは幅を広く形成することができる。また、図8に示した流路構造と同様に、深さ方向の絞り部を設けてもよい。その際に、流路の長さに応じた絞り部を形成してもよい。

【0043】図13は、マスクの具体的な形状の一例を示す平面図である。また、図14、図15は、インクジェットヘッドの流路構造のさらに別の例を示す平面図及び断面図である。上述の図8や図12に示したようなインクジェットヘッドの流路を形成する際には、例えば図13に示すような最小の流路幅に対応した幅を有する開口が形成されたマスクを使用して加工すればよい。ここでは単純な矩形状の開口のマスクを示している。このような単純な形状の開口を有するマスクでも、図8や図12に示すような複雑な形状の流路を形成することが可能である。

【0044】また、例えば加工中に移動速度を微小に変動させると、マスクの開口のエッジの形状が加工された面に現出する。図13(A)に示す矩形状の開口を有するマスクを使用し、流路部分の加工中に移動速度を微小に変動させた場合、図14に示すように、開口のエッジにより平行な波状の微小な凹凸が形成できる。このような微小な凹凸によって流路内のインクのぬれ性が向上し、流路内に滞留する気泡などを減少させることができる。また例えば図13(B)に示すような開口を有するマスクを使用し、流路部分の加工中に移動速度を微小に変動させることによって、図15に示すような凹凸形状を流路部分に形成することができる。このような凹凸形状によって、インクを気泡成長室32へ向けて流れやすく、逆方向に流れにくくすることができる。なお、図15において気泡成長室32は図13(A)に示したマスクを用いて形成している。

【0045】図16は、マスクの具体的な形状の別の例を示す平面図である。上述の例では、インクジェットヘッドの多数形成される流路を1本ずつ形成する例を示したが、本発明はこれに限らず、複数本の流路を1回の加工によって形成することも可能である。一つの方法は、図13に示すように開口が1つのマスクを用い、レンズ系等の光学系で分ける方法がある。また、別の方法として、図16に示すように多数の開口を有するマスクを用いる方法がある。インクジェットヘッドに形成する流路の数だけ、マスクに開口を設ければ、1回の加工によって全ての流路を形成することができる。また、図12に示したような流路構造を形成するのであれば、全ての流路本数の半分の開口をマスクに設けておき、流路部分の長いものと短いものの2回の加工で形成すればよい。

【0046】上述の具体例では、インクジェットヘッドの

流路を形成する流路形成部材を加工対象物としたが、これに限らず、流路形成部材を成形するための型を加工対象物とし、上述の各流路構造の反転構造を加工形状として加工したり、その型を作るための正転レプリカを加工対象物として上述の各流路構造に基づいて加工することができる。型に対して加工した場合、その型を用いて成形することによって、上述のような各流路構造を有する流路形成部材を作製することができる。また、正転レプリカを加工した場合、例えば電鋳などによって型を作製し、その型を用いて例えば成形によって流路形成部材を作製すればよい。

【0047】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、所望する形状の加工を簡単に行なうことができる。特に、加工幅、加工深さ、勾配等を連続的に変化させることができ、かつ同一工程にて加工できるので、工程数の減少や精度の向上を図ることができる。このとき、マスク交換を必要としないので、精密な位置合わせを必要とせず、工程数の減少及び高い加工精度が安定して得られる。また、連続加工を行なうことで、形状が変化する近傍が滑らかになり、安定した形状を得ることができる。さらに、3次元的に加工形状の設計を行なうことが可能となり、設計自由度が飛躍的に向上するなど、本発明によれば種々の効果がある。

【0048】このようなレーザー加工方法、レーザー加工装置を用いてインクジェットヘッドの流路を加工することによって、高性能なインクジェットヘッドが安価に作製可能となる。また、流路の幅、深さ、傾きが連続的に変化させることが可能なので、3次元的な流路構造を容易に実現することができるとともに、流路構造の設計自由度が飛躍的に向上する。さらに、複雑な構造の流路であっても、マスクの開口を複数設けておくだけで、複数の流路について加工が可能であるし、逆に同じマスクを用いて異なる構造の流路を同一工程内で加工可能である。そのため、高密度、高効率のインクジェットヘッドを高速に、安価に製造することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のレーザー加工方法およびレーザー加工装置の実施の一形態を示す概略構成図である。

【図2】 加工対象物の移動速度と加工深さの関係を説明するための具体的な加工例を示す斜視図である。

【図3】 加工対象物の移動速度を変化させた場合の加工例を示す斜視図及び断面図である。

【図4】 加工対象物の初速度及び加速度と斜面の傾斜角度の関係の一例を示すグラフである。

【図5】 加工対象物のZ方向の位置を変化させた場合の加工例を示す斜視図である。

【図6】 マスク7の一例を示す断面図である。

【図7】 マスク7の開閉時の一態様を示す概念図であ

る。

【図8】 インクジェットヘッドの流路構造の一例を示す部分断面斜視図である。

【図9】 図8に示す流路構造を加工する際の加工対象物の移動速度の変化を示すグラフである。

【図10】 図8に示す流路構造を加工する際の時間と加工位置を示すグラフである。

【図11】 図8に示す流路構造を加工する際の加工位置と加工深さを示すグラフである。

【図12】 インクジェットヘッドの流路構造の別の例を示す部分斜視図および部分平面図である。

【図13】 マスクの具体的形状の一例を示す平面図である。

【図14】 インクジェットヘッドの流路構造のさらに別の例を示す平面図及び断面図である。

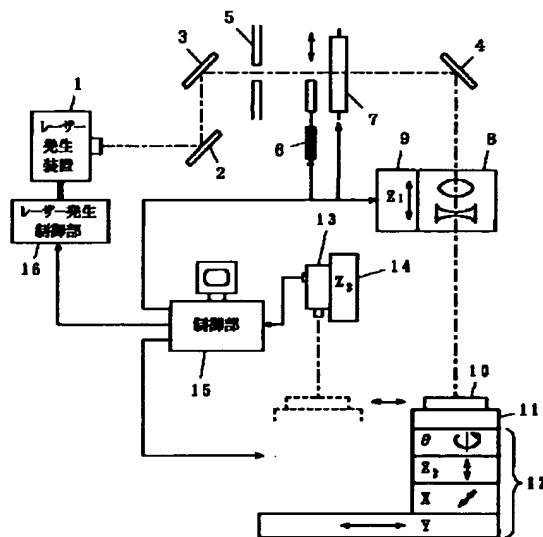
【図15】 インクジェットヘッドの流路構造のさらに別の例を示す平面図及び断面図である。

【図16】 マスクの具体的形状の別の例を示す平面図である。

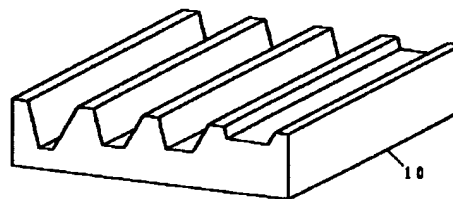
【符号の説明】

1…レーザー発生装置、2～4…ミラー、5…絞り、6…シャッター、7…マスク、8…レンズ、9…焦点用駆動装置、10…加工対象物、11…加工テーブル、12…加工テーブル駆動装置、13…計測カメラ、14…焦点用駆動装置、15…制御部、16…レーザー発生制御部、21…固定マスク、22…固定マスク開口部、23…可動マスク、24…可動マスク開口部、25…上下機構部、26…モータ、31…ノズル孔位置、32…気泡成長室、33…絞り部。

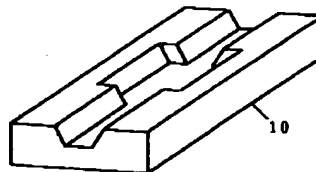
【図1】



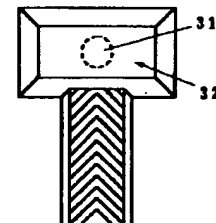
【図2】



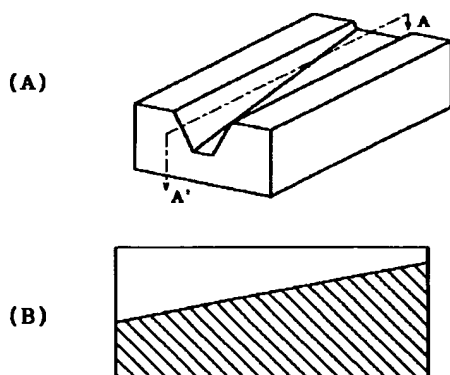
【図5】



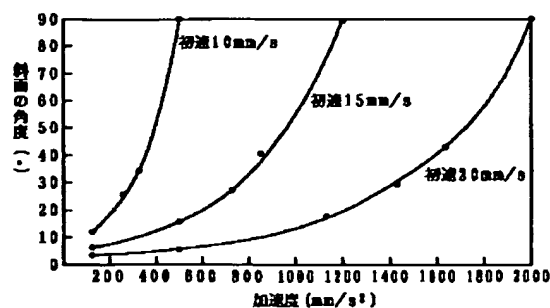
【図15】



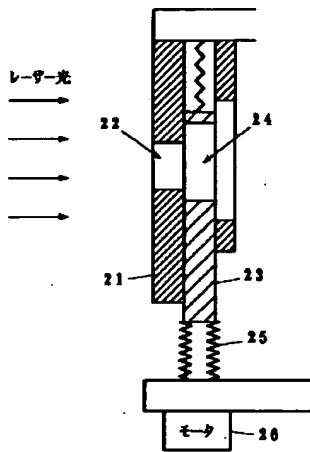
【図3】



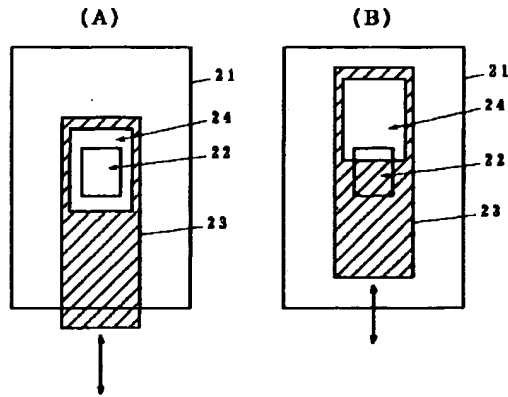
【図4】



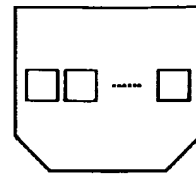
【図6】



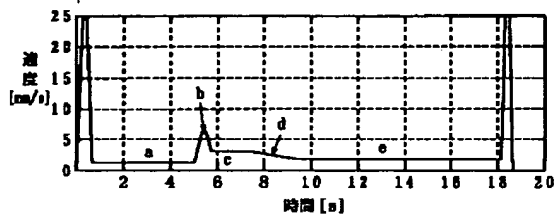
【図7】



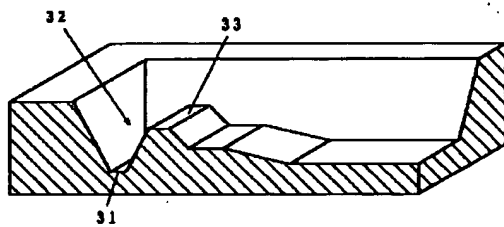
【図16】



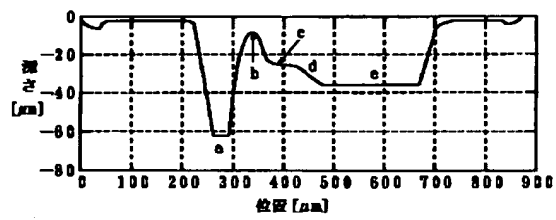
【図9】



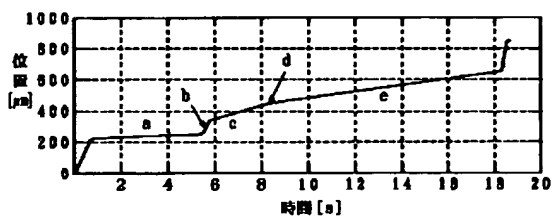
【図8】



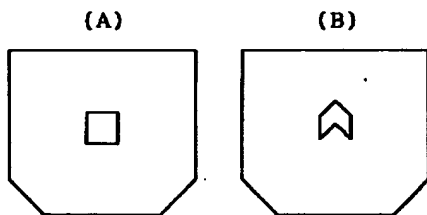
【図11】



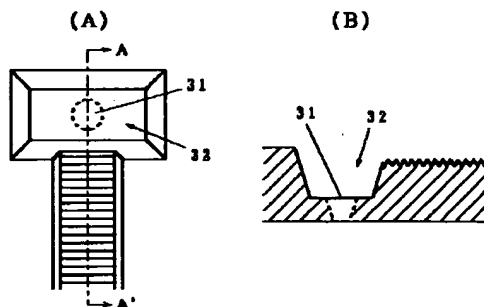
【図10】



【図13】

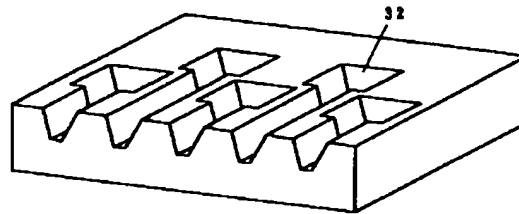


【図14】

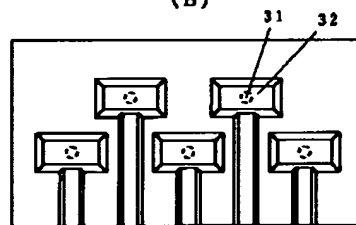


【図12】

(A)



(B)



フロントページの続き

(72)発明者 片岡 雅樹
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
ックス株式会社内

(72)発明者 小泉 幸久
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
ックス株式会社内

(72)発明者 須賀 元泰
神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
ックス株式会社内

Disclaimer:

This English translation is produced by machine translation and may contain errors. The JPO, the INPIT, and those who drafted this document in the original language are not responsible for the result of the translation.

Notes:

1. Untranslatable words are replaced with asterisks (* **).
2. Texts in the figures are not translated and shown as it is.

Translated: 03:31:34 JST 01/30/2007

Dictionary: Last updated 12/22/2006 / Priority: 1. Electronic engineering / 2. Chemistry / 3. Mathematics/Physics

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the laser processing method of irradiating laser light at a machining object and making predetermined form appearing The laser processing method characterized by controlling to change the speed of said migration relative at least according to said form while irradiating said laser light at said machining object, moving relatively said laser light and a mask, and said machining object continuously.

[Claim 2] Furthermore, the laser processing method according to claim 1 characterized by making it possible to move said machining object relatively [axial direction / of said laser light / incidence], and to change processing width continuously using said same mask.

[Claim 3] Furthermore, the laser processing method according to claim 1 or 2 characterized by controlling the size of the opening of said mask and changing the irradiation surface product of said laser light on said machining object.

[Claim 4] In the laser processing equipment which irradiates laser light at a machining object and makes predetermined form appear A laser development means to generate laser light, and the optical system which completes said laser light on this machining object while drawing the laser light generated with this laser development means on said machining object, The mask which is prepared between these optical systems and determines the irradiation form of laser light, The transportation device to which the laser light drawn on said machining object by said optical system and said machining object are relatively moved continuously during processing, Laser processing equipment characterized by having the control means which controls the speed of the relative displacement by the laser luminous energy which said laser development means generates according to said form, and said transportation device.

[Claim 5] The opening of said mask is formed in the size according to the minimum processing form, and [said transportation device] Said control means is laser processing equipment according to claim 4 characterized by making relative migration of the incidence axial direction

of said laser light carry out to said transportation device according to processing width [in / it is relatively / axial direction / of said laser light / incidence / movable in said machining object, and / said form].

[Claim 6] It is laser processing equipment according to claim 4 or 5 characterized by said control means changing the effective area product of said mask according to said form by constituting said mask controllable in the effective area product currently drilled.

[Claim 7] In the manufacture method of the ink jet head which it has, the passage formation member in which the passage groove was formed [said passage groove] While irradiating said laser light at said passage formation member, moving relatively laser light and a mask, and said passage formation member continuously The manufacture method of the ink jet head characterized by controlling the drift speed and said laser luminous energy of said passage formation member according to the form of said passage groove, and making said passage groove appear.

[Claim 8] In the manufacture method of an ink jet head of having the passage formation member in which the passage groove was formed While irradiating said laser light at said mold, moving relatively the mold, the laser light, and the mask for fabricating said passage formation member continuously The manufacture method of the ink jet head characterized by controlling said type of drift speed and said laser luminous energy according to the form of said passage groove, making said mold appear the form or reversal form of said passage groove, and fabricating said passage formation member directly through a reversed type using said mold.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the laser processing method and laser processing equipment which irradiate laser light at a machining object and make predetermined form appear, and especially as a machining object It is related with the manufacture method of the ink jet head used as the passage formation member which constitutes the ink jet head for making a liquid ink drop fly and recording on recorded media, or its mold.

[0002]

[Description of the Prior Art] Irradiating laser light at a machining object, superficial very highly precise processing is possible for the laser processing technology of making predetermined form appearing, and it is suitable for processing of detailed plane form. However, about the form of the depth direction, control of laser light is difficult, and laser processing is mainly used for Kung-Ming processing without the necessity for control of the depth direction, slot

processing with the constant depth, etc.

[0003] There is an ink jet head which a liquid ink drop is made to fly and records on recorded media as one example to be processed highly precise on the other hand. With an ink jet head, it has come to form the passage of 600 or more [per 25.4mm] ink corresponding to high-density-izing in recent years. In order to raise energy efficiency with such high-density-ization, the passage structure of ink is complicated gradually. Therefore, great labors, such as an increase in the number of times of processing, are needed increasingly. In recent years, forming the passage formation member which forms the passage of ink with resin fabrication using a mold is also performed, and an ink jet head can be inexpensive manufactured now according to few processes. However, the more it becomes fine structure, the more the yield falls -- the partition which has separated the passage of ink at the time of mold omission breaks. A possibility that it will be in the tendency of long-picture-izing in recent years, and a partition will break especially at the time of mold omission is very high. As a result, the necessity for inspection occurs at a back process. However, there is a problem that a very great labor is needed in this.

[0004] There is also a motion which is going to introduce laser processing into the manufacturing process of such an ink jet head. For example, in JP,H4-9291,A, JP,H4-339585,A, and JP,H6-24874,B, the nozzle hole is drilled by laser processing. Moreover, although it is indicated that a nozzle, an ink passage, and a steam chest are processed into a U.S. Pat. No. 5,291,226 Description by irradiating excimer laser light at a resin tape, the same processing as drilling of a nozzle hole is performed fundamentally. Control of an amount of energy is unnecessary and drilling of a nozzle hole does not require migration of a machining object at the time of processing, although position accuracy is required. Although making a machining object rock to the circumference of an axis is indicated, it is only changing minutely the direction which enters laser light, and the processing depth is not fundamentally controlled by technology indicated to above-mentioned JP,H6-24874,B.

[0005] Moreover, how to produce the passage of an ink jet head by laser processing is also considered. For example, to JP,H2-121845,A, forming a passage at once with an ultraviolet-rays beam (excimer laser) is indicated using the mask which has an opening according to all the passages. While it is processible at high speed according to this technology, all the passages are processible only as a slot of the uniform depth. Moreover, in JP,H1-294047,A or JP,H8-118660,A, processing it, moving a mask, and laser light and a machining object relatively is indicated.

[0006] The passage structure of ink is complicated and an ink jet head in recent years requires increasingly the form which changes in the depth direction of a passage, in order to attain high-density-izing and efficient-ization. However, it is for the technology indicated in above-mentioned literature forming the slot of the predetermined depth uniformly, and changing the

depth of a slot is not considered. Although the direction of a plane was controllable by the conventional laser processing technology with the mask, the depth direction needed the separated process for processing the different depth, in order to correspond to laser energy. Moreover, a mask also needs to be exchanged in that case and the increase in a process number and the alignment accuracy between processes pose a problem.

[0007] Furthermore, although the focusing position of a lens system is changed and the flute width is changed with the technology indicated to above-mentioned JP,H1-294047,A, if a lens system is changed, an optical axis will change, and there is also a problem of taking pains making precise form. Moreover, when using a wrap means by MEKAMASUKU etc. as indicated to JP,H8-118660,A, and a processing slot becomes minute, there is also a problem that manufacture of MEKAMASUKU itself becomes difficult.

[0008] As technology of changing the depth of a processing slot, processing the slot which has a taper in two or more steps is indicated, for example by JP,H7-304179,A. The technology indicated in this literature does not change the gradual processing depth fundamentally, and does not make a smooth field appear. Moreover, in order to process it, changing the gradual processing depth, a machining object will be moved minutely, it will stop, laser light will be irradiated, the process of moving a machining object minutely again will be repeated, and processing takes time. Furthermore, by this literature, it is not processed so that the section of the cross direction of a slot may become stair-like, and the depth is not changed in the extension direction of a slot.

[0009]

[Problem to be solved by the invention] This invention was made in view of the situation mentioned above, even if it is the complicated form in which the portion from which the processing depth differs exists, it can be processed, and it aims at offering the laser processing method and laser processing equipment into which a smooth slope and a smooth curved surface are processible. Moreover, by considering it as an ink jet head or its mold as a machining object, and processing the passage of complicated ink in which the depth differs with the laser processing method and laser processing equipment It aims at offering the manufacture method of an ink jet head that a high-density and efficient ink jet head can be obtained.

[0010]

[Means for solving problem] When this invention glares and processes laser light into a machining object, it glares and processes laser light into a machining object, continuing relatively and moving laser light and a mask, and a machining object. At this time, it is characterized by enabling it to control the processing depth by controlling to change the speed of migration relative at least according to the form to process. This is used for manufacture of for example, an ink jet head, and it is characterized by forming a passage of the ink of form

where the depth changes with laser processing.

[0011]

[Mode for carrying out the invention] Drawing 1 is the outline block diagram showing one form of operation of the laser processing method of this invention, and laser processing equipment. One extracts a laser generator among a figure, a mirror and 5 extract 2 to 4, and 6 A shutter, 7 -- a mask and 8 -- a lens and 9 -- the driving device for focuses, and 10 -- as for the Measurement Division camera and 14, a processing table and 12 are [a control part and 16] laser development control parts the driving device for focuses, and 15 a processing table driving device and 13 a machining object and 11.

[0012] The laser generator 1 generates excimer laser light according to control by the laser development control part 16. Mirrors 2-4 lead the excimer laser light generated with the laser generator 1 to up to the machining object 10. Although excimer laser light is drawn on the machining object 10 by three mirrors 2-4 in this example, you may constitute a mirror that what is necessary is to use suitably not only in three sheets by an equipment configuration, without using a mirror.

[0013] On the optical path of excimer laser light, the diaphragm 5 besides mirrors 2-4, the shutter 6, the mask 7, the lens 8, etc. are arranged. If unnecessary, it is not necessary to form diaphragm 5 and a shutter 6. the mask 7 has the opening looked like [processing form, especially the minimum processing form]. Moreover, it can also constitute possible [change of the size of the opening of a mask 7] so that it may mention later. A lens 8 condenses laser light, and it doubles a focus so that image formation of the form of the opening of a mask 7 may be carried out to the processed surface of the machining object 10. The driving device 9 for focuses drives a lens 8, and adjusts the focusing position.

[0014] The machining object 10 is laid and fixed on the processing table 11. This processing table 11 is movable in the direction of X which intersects perpendicularly with the horizontal direction in a figure (the direction of Y), the up-and-down direction (Z direction), and the direction of Y and a Z direction with the processing table driving device 12, and the rotation (theta) direction which sets a main axis as a Z direction further. Of course, it may be pivotable in the direction of X, and the direction of Y.

[0015] The Measurement Division camera 13 picturizes the machining object 10 on the processing table 11. Moreover, the driving device 14 for focuses adjusts the focus of the Measurement Division camera 13. The control part 15 measures the position of the Z direction of the surface of the machining object 10 from the focusing position by the driving device 14 for focuses, and pinpoints a processing position while it measures X of the machining object 10, and the position of the direction of Y from the picture of the machining object 10 picturized with the Measurement Division camera 13. Moreover, the processing table driving device 12 is driven according to the processing form set up beforehand, and the machining object 10 is

moved in X and the direction of Y. The drift speed at this time is controlled according to the processing depth. This control is mentioned later. Moreover, according to processing width, the machining object 10 is moved to a Z direction, and the irradiation surface product of laser light is changed. The development of laser light is directed to the laser development control part 16, moving the machining object 10. At this time, output energy, pulse frequency, etc. of laser light which are generated with the laser generator 1 according to processing form can be set up as a parameter, and can also be controlled. The laser development control part 16 generates laser light to the laser generator 1 according to the development directions of a parameter and laser light set up from the control part 15. Furthermore, the control part 15 drives the driving device 9 for focuses at the time of processing, adjust the focus of a lens 8, or controls the size of selection of the optimal mask 7, or the opening of a mask 7, or performs opening-and-closing control of a shutter 6 etc.

[0016] In the example shown in drawing 1, although the processing position and the measuring position are shown as another position, a half mirror can be arranged in the optical path of laser light, and can also consist of the upper parts of the machining object 10 possible [an image pick-up], for example. In this case, since it becomes measurable also during processing, while raising working speed, feedback control can be performed on real time.

[0017] Although laser light is irradiated and the example to process is shown in the example shown in drawing 1, moving the machining object 10, you may be the composition which both sides move or only laser light moves that the machining object 10 and laser light should just move relatively. What is necessary is to make a mirror 24 etc. into one and just to move it, if it is a shutter 26, a mask 27, a lens 28, and necessity in moving laser light. Although the following explanation explains based on the composition shown in drawing 1, it is the same even if it is the composition which the machining object 10 and the both sides of laser light move, or laser light moves.

[0018] Next, an example of operation is explained. It is reflected by mirrors 2 and 3, and the excimer laser light which acted as Idei from the laser generator 1 passes diaphragm 5 and a shutter 6, reflects only the laser light of the irradiation area set up with the mask 7 by a mirror 4, and is condensed with a lens 8. At this time, a lens 8 is driven with the driving device 9 for focuses, and it is set in a focus so that laser light may be condensed and image formation of the aperture shape of a mask 7 may be carried out to the processed surface of the machining object 10 on the processing table 11.

[0019] On the processing table 11, the machining object 10 is being laid and fixed so that the processed surface of the machining object 10 may turn to the lens 8 side. The picture of the machining object 10 is inputted in the position of the Measurement Division camera 13. The focus of the Measurement Division camera 13 is adjusted by the driving device 14 for focuses at this time. The information on the focusing position adjusted with the picture and the driving

device 14 for focuses which were acquired with the Measurement Division camera 13 etc. is inputted into the control part 15. From these information, the position of the machining object 10 on the processing table 11, the height of a processed surface, etc. are measured, and a processing position, the focusing position of a lens 8, etc. are controlled by the control part 15. [0020] The processing table driving device 12 is driven in the direction of Y, the machining object 10 is moved to a processing position, and a processing position is doubled by migration of X and the direction of Y. The control part 15 controls the size of selection of the optimal mask 7, or the opening of a mask 7, and directs the development of laser light to the laser development control part 16. The laser development control part 16 drives the laser generator 1, and generates excimer laser light.

[0021] The processing form which contains the processing depth beforehand is set to the control part 15. The control part 15 directs migration of the machining object 10 to the processing table driving device 12 according to the processing form set up. At this time, the drift speed according to the processing depth is directed. Moreover, processing width is controlled by directing migration of a Z direction to the processing table driving device 12. A shutter 6 is opened in the state where the machining object 10 is moving with the processing table driving device 12, laser light is irradiated at the machining object 10, and processing of form according to the position of the mask 7 and the Z direction is performed. Since the machining object 10 is moving at this time and the irradiation time of laser light differs according to drift speed while processing is performed continuously, the processing depth is controllable. Of course, with control of drift speed, the oscillation frequency in the laser generator 1 etc. may be controlled, and an amount of energy may be controlled.

[0022] Next, above-mentioned processing operation is further explained using an example. Drawing 2 is the perspective view showing the concrete example of processing for explaining the drift speed of a machining object, and the relation of the processing depth. In drawing 2, the drift speed of the machining object 10 is changed and a slot is formed with four kinds of drift speed. In drawing 2, drift speed is made quick from the left at order. In addition, it is processed without performing migration of a Z direction here, and all the flute widths are constant. As drawing 2 shows, it turns out that the deep slot is formed when drift speed is slow, and a slot will be shallowly formed if drift speed is quick. That is, it turns out that what is necessary is just to set up drift speed according to the depth which should be processed.

[0023] Thus, although the processing depth is controllable by the drift speed of a machining object, if drift speed is changed, the processing depth will change according to drift speed. Drawing 3 is the perspective view and sectional view showing the example of processing at the time of changing the drift speed of a machining object. The migration acceleration of a machining object is set constant, it controls by drawing 3 so that drift speed becomes quick gradually, and the case where it is processed from this side of drawing 3 (A) moving to the

right from the left of drawing 3 (B) to the back is shown. The processing depth becomes shallow gradually as drift speed becomes quick, and the slot where the bottom as shown in drawing 3 inclined is formed. At this time, a smooth slope is obtained by changing drift speed continuously.

[0024] Drawing 4 is graph which shows an example of the relation between the initial rate of a machining object, and acceleration and the angle of gradient of a slope. The angle of gradient of the bottom of the processed slot as shown in drawing 3 is related to the initial rate and acceleration of a machining object, when the conditions of laser light are made the same. By drawing 4, when the initial rates of a machining object are 10mm/[a second and], 15mm/[a second and], and 20mm/second, terminal velocity is changed and the relation of the acceleration and the angle of gradient which are the variation at that time is shown. Using Pori Sall John as an example, excimer laser is used for the machining object 10 as a laser light, and they are laser output 300mJ / pulse, the frequency of 100Hz, and the energy density of 2.7J/cm². It carried out.

[0025] Even if it will increase drift speed with the same acceleration if an initial rate is slow so that drawing 4 may show, an angle of gradient becomes large, and if an initial rate is quick, an angle of gradient will become small. Moreover, also at the same initial rate, if acceleration is large, change of the processing depth will become large and an inclination will become sudden. Moreover, when acceleration is changed from drawing 4, it turns out that an angle of gradient changes. It is shown that change of an angle of gradient, i.e., a curved surface, is formed. Thus, the processing depth is controlled by controlling the drift speed of a machining object, and its variation, and even if it is the processing form which has a slope, a curved surface, etc., it can form by laser processing. At this time, a smooth slope and a smooth curved surface can be acquired by changing drift speed continuously.

[0026] Drawing 5 is the perspective view showing the example of processing at the time of changing the position of the Z direction of a machining object. In this example, it supposes that the drift speed of a machining object is constant, and the case where a machining object is changed to a Z direction on the way is shown. If a machining object is changed to a Z direction, laser light will be in a defocusing state and the irradiation surface product of laser light will spread. Even if it will be in a defocusing state, in a certain within the limits, it is processible within the limits of predetermined accuracy. If the irradiation surface product of laser light spreads by defocusing, processing width will spread only the part. Therefore, control of processing width is possible by changing a machining object to a Z direction. In the example shown in drawing 5, a machining object is moved to a Z direction on the way, a flute width is made large, after that, it returns to the original position at a Z direction, and processing is continued. Thereby, the slot where a portion with wide width exists on the way can be formed. Since drift speed of the machining object is fixed at this time, the depth of a slot does not

change.

[0027] When performing processing to which such processing width is changed, a mask 7 is good to use what has the opening of width according to the minimum processing-shaped processing width. If the width of an opening is larger than this, the minimum processing width cannot be formed. Moreover, although it can be processed when smaller than this, it will be processed in the state of defocusing about all the portions, and process tolerance may fall partly.

[0028] The sectional view in which drawing 6 shows an example of a mask 7, and drawing 7 are the key maps showing one mode at the time of opening and closing of a mask 7. As for a movable mask and 24, the fixed mask of illuminator and 22 are [an up-and-down mechanism part and 26] motors a movable mask opening and 25 a fixed-mask-of-illuminator opening and 23 21 among a figure. In the example shown in drawing 6 , two masks, the fixed mask of illuminator 21 with which the fixed-mask-of-illuminator opening 22 was formed, and the movable mask 23 with which the movable mask opening 24 was formed, are prepared. The movable mask 23 is attached to the up-and-down mechanism part 25, and is constituted by the motor 26 movable. The fixed mask of illuminator 21 and the movable mask 23 can be formed, for example with metal, dielectrics, etc.

[0029] Laser light passes the portion (a part for an opening) with which the fixed-mask-of-illuminator opening 22 and the movable mask opening 24 lapped, and results in the machining object 10. As shown in drawing 7 (A), at the time of full open, the opening (here fixed-mask-of-illuminator opening 22) of the smaller one becomes a part for the opening which laser light passes, and processing according to the aperture shape is made. A motor 26 is driven and a part for the opening which laser light passes as shown, for example in drawing 7 (B) can be narrowed by moving the movable mask 23 by the up-and-down mechanism part 25.

[0030] Thus, by controlling a part for an opening, the processible minimum processing width can be changed by adjusting processing width, then the position of the movable mask 23, for example for the up-and-down direction in drawing 7 . Of course, control of processing width is possible by carrying out drive controlling of the movable mask 23 dynamically for not performing migration of migration of the Z direction of the machining object 10, or a Z direction.

[0031] Moreover, when processing width, then drift speed of the machining object 10 are set constant for the horizontal direction in drawing 7 , the irradiation time of the laser light to a processing field can be changed to some extent. For example, as shown in drawing 7 (B), when a part for an opening is made small, the time required in which the irradiation area of laser light passes the processed surface of the machining object 10 becomes short, and the processing depth becomes shallow. On the contrary, as shown in drawing 7 (A), when it is made full open, it can be processed deeply.

[0032] Although the movable mask 23 expanded or reduced a part for an opening only to one way in the example shown in drawing 6 and drawing 7 It may narrow not only from this but from both sides, or another movable mask which moves in the migration direction of the movable mask 23 in drawing 7 and the direction which intersects perpendicularly may be prepared, and you may constitute so that a part for an opening may be adjusted in two dimensions. Moreover, the form of an opening is arbitrary although this example also showed the fixed-mask-of-illuminator opening 22 and the movable mask opening 24 as rectangular shape. Both form does not need to be an analogue, for example, if the movable mask 23 is moved, you may constitute so that it may become the mask of another form. Furthermore, the movable mask opening 24 of two or more form is formed, the movable mask 23 may be moved to the movable mask 23, and aperture shape may be changed into it.

[0033] Thus, the laser processing corresponding to various complicated processing form can be performed by controlling above-mentioned various parameters by composition of this invention as shown in drawing 1 complexly.

[0034] Some examples are hereafter shown about the case of an ink jet head as a machining object 10. The graph and drawing 11 which the graph and drawing 10 which show change of the drift speed of the machining object at the time of the partial section perspective view in which drawing 8 shows an example of the passage structure of an ink jet head, and drawing 9 processing the passage structure shown in drawing 8 are the same, and show time and a processing position are graph which similarly shows a processing position and the processing depth. As for 31, in drawing 8 , a cellular deposition chamber and 33 are converging sections a nozzle hole position and 32. With the ink jet head, in order to correspond to high-density-ization in recent years, the width and the gap of the slot used as the passage of ink are narrowed. for example, [the thermal type ink jet head which generates air bubbles in ink by generation of heat of a heater element, and makes ink fly with the pressure at the time of growth of the air bubbles] In order to make ink fly efficiently, a part of passage of ink is extracted and the composition which reduces the pressure propagation to back is taken so that the pressure at the time of cellular growth may be made to go to a nozzle hole. Since a gap is needed for extracting crosswise [of a passage] at this time, it corresponds by making the depth of a passage shallow. In the passage structure shown in drawing 8 , ink flows in from the left-hand side in a figure. A converging section 33 projects, a passage is extracted and the right-hand side becomes the cellular deposition chamber 32. The converging section 33 has deterred that the pressure of the air bubbles which grow up to be the cellular deposition chamber 32 spreads to the upstream of the flow of ink. A nozzle hole is drilled in the nozzle hole position 31 after processing of this passage, and ink records by injecting from a nozzle hole with the pressure of the air bubbles which grow up to be the cellular deposition chamber 32.

[0035] In order to form the passage of such structure, the passage formation member of the ink jet head which forms a passage at speed as shown, for example in drawing 9 is moved. By moving a passage formation member at such a speed, the processing position where laser light is irradiated is moved, as shown in drawing 10. The form from which the processing depth as shown in drawing 11 changes with these is processible. In addition, a or e in a figure shows the processing timing common to drawing 9 or drawing 11.

[0036] In drawing 9, the passage formation member is moved in Section a at a low speed first. That is, as shown in drawing 10, a processing position is hardly moved by Section a, but the processing depth becomes deep as shown in drawing 11. In addition, since drift speed has not changed in this section a, as shown in drawing 11, a bottom becomes Taira and others.

[0037] In Section b, as shown in drawing 9, drift speed is temporarily made quick. As this shows to drawing 10, a processing position moves, and as shown in drawing 11, a portion with the shallow processing depth is formed. Then, in Section c, as shown in drawing 9, it is quicker than Section a, and since a passage formation member is moved at a fixed speed later than Section b, as shown in drawing 11, an even portion shallower than Section a is formed.

[0038] In Section d, as shown in drawing 9, speed is slowed down gradually, and as shown in drawing 11, a slope is formed. Although a passage formation member is again moved at a fixed speed in Section e, since the speed at this time is the speed between Section a and Section c, as shown in drawing 11, the processing depth is also formed as the depth between Section a and Section c.

[0039] Thus, the formed passage structure corresponds to the cellular deposition chamber 32 where the portion of Section a includes the nozzle hole position 31 in drawing 8, and the portion of Section b corresponds to a converging section 33. Thus, the passage structure shown in drawing 8 as a whole is processible.

[0040] Drawing 12 is the fragmentary perspective view and part plan showing another example of the passage structure of an ink jet head. In order to correspond to high-density-ization, it is necessary to narrow an ink discharge position as much as possible but, and there are limits -- the cellular large deposition chamber 32 cannot be taken as the width of a passage and a discharge position is the same -- like composition of being shown in drawing 8. According to the passage structure shown in drawing 12, the position of a nozzle hole is shifted by turns and the example which enlarged the cellular deposition chamber 32 is shown. According to such structure, since it is shallow and width is narrower than the cellular deposition chamber 32, a passage portion prevents the escape of pressure as well as the composition which has the converging section 33 in the structure shown in drawing 8, and serves as an efficient ink jet head.

[0041] In order to form the passage of such form, it is deeper than a passage portion and it necessary to form the portion of the cellular deposition chamber 32 widely. The processing of

the depth direction can make the processing depth deep by making drift speed late as mentioned above. Moreover, the cross direction moves a processing table to a Z direction, and should just process it in the state of defocusing. That is, a processing table is moved and processed into a Z direction while making drift speed late at the time of processing of the portion used as the cellular deposition chamber 32. Moreover, what is necessary is to make drift speed comparatively quick and just to process a Z direction as a predetermined position at the time of processing of a passage portion.

[0042] Although the structure which is two the length of a passage portion is different from exists with the structure shown in drawing 12, a passage suitable for each structure can be formed. For example, since fluid resistance will become large if a passage portion is long, it is deeper in the depth of a passage than what has a short passage portion, or width can be formed widely. Moreover, you may form the converging section of the depth direction like the passage structure shown in drawing 8. In that case, you may form the converging section according to the length of the passage.

[0043] Drawing 13 is the top view showing an example of the concrete form of a mask. Moreover, drawing 14 and drawing 15 are the top views and sectional views showing still more nearly another example of the passage structure of an ink jet head. What is necessary is just to process it using the mask with which the opening which has the width corresponding to the minimum depth as shown, for example in drawing 13 was formed, when forming the passage of an ink jet head as shown in above-mentioned drawing 8 and above-mentioned drawing 12. Here, the mask of the opening of simple rectangular shape is shown. It is possible to form the passage of complicated form as shown in drawing 8 or drawing 12 also with the mask which has the opening of such simple form.

[0044] Moreover, if drift speed is minutely fluctuated, for example during processing, it will appear to the field where the form of the edge of the opening of a mask was processed. When using the mask which has the opening of the rectangular shape shown in drawing 13 (A) and fluctuating drift speed minutely during processing of a passage portion, as shown in drawing 14, parallel minute wavelike unevenness can be formed with the edge of an opening. The wettability of the ink in a passage can improve by such minute unevenness, and the air bubbles which stagnate in a passage can be decreased. Moreover, concavo-convex form as shown in drawing 15 can be formed in a passage portion by using the mask which has an opening as shown, for example in drawing 13 (B), and fluctuating drift speed minutely during processing of a passage portion. It can be made hard to turn ink to the cellular deposition chamber 32, to be easy to flow with such concavo-convex form, and to flow through into an opposite direction. In addition, in drawing 15, the cellular deposition chamber 32 is formed using the mask shown in drawing 13 (A).

[0045] Drawing 16 is the top view showing another example of the concrete form of a mask.

Although the above-mentioned example showed the example which forms one passage of an ink jet head formed at a time, not only this but this invention can form two or more passages by one processing. [many] One method has the method which an opening divides by optical systems, such as a lens system, using one mask as shown in drawing 13 . Moreover, there is a method of using the mask which has many openings as another method as shown in drawing 16 . If only the number of the passages formed in an ink jet head prepares an opening in a mask, it can form all the passages by one processing. Moreover, what is necessary is to prepare the opening of the half of all the passage numbers in the mask, and just to form by two processings with what has a long passage portion, although it is short if passage structure as shown in drawing 12 is formed.

[0046] Although the passage formation member which forms the passage of an in jet head was used as the machining object by the above-mentioned example The mold for fabricating not only this but a passage formation member can be used as a machining object, and it can be processed based on each above-mentioned passage structure by using the normal rotation replica for processing the reversal structure of each above-mentioned passage structure as processing form, or making the mold as a machining object. When it is processed to a mold, the passage formation member which has each above passage structure can be produced by fabricating using the mold. Moreover, what is necessary is to produce a mold by electrocasting etc. and just to produce a passage formation member with fabrication, using the mold, when a normal rotation replica is processed.

[0047]

[Effect of the Invention] According to this invention, the form for which it asks is easily processible so that clearly from the above explanation. Since processing width, the processing depth, a slope, etc. can be changed continuously and it can be especially processed at the same process, reduction in a process number and improvement in accuracy can be aimed at. Since mask exchange is not needed at this time, precise position doubling is not needed, but they are acquired by reduction and the high process tolerance of a process number being stabilized. Moreover, by performing continuation processing, the neighborhood where form changes becomes smooth and the stable form can be acquired. Furthermore, it becomes possible to design processing form in three dimensions, and according to this invention, there are various effects -- design flexibility improves by leaps and bounds.

[0048] A highly efficient ink jet head becomes inexpensive producible by processing the passage of an ink jet head using such a laser processing method and laser processing equipment. Moreover, since it is possible for the width of a passage, the depth, and inclination to make it change continuously, while three-dimensional passage structure is easily realizable, the design flexibility of passage structure improves by leaps and bounds. Furthermore, even if it is the passage of complicated structure, two or more openings of the mask are only

prepared, it can be processed about two or more passages, and the passage of different structure using the conversely same mask can be processed within the same process. Therefore, it is effective in the ability to manufacture a high-density and efficient ink jet head inexpensive at high speed.

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.